

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-215388

(43)Date of publication of application : 15.08.1997

(51)Int.Cl.

H02P 7/63  
H02P 7/63  
H02H 7/085  
H02H 7/122  
H02M 7/48  
// B60L 3/06

(21)Application number : 08-  
012587

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR  
CORP

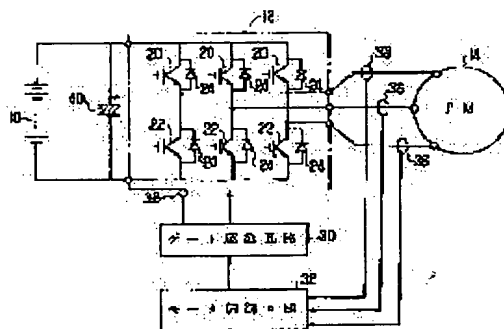
(22)Date of filing : 29.01.1996 (72)Inventor : ONISHI KENICHI

## (54) INVERTER APPARATUS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to effectively prevent the overheated damage in an inverter by detecting the integrated value per predetermined time based on the detected current value, and judging the concentration of a current by that the obtained integrated value becomes a predetermined threshold value or more.

**SOLUTION:** When a motor 14 is locked so that the rotation is stopped, a motor control circuit 32 supplies a current to a motor coil to rotate a rotor. Since the rotor is not rotated, the current becomes constant, predetermined current continuously flows to transistors 20, 22, heat is generated in accordance with the current to be overheated. In this case, the integrated value of the square of the motor current on the premise that the current is reset to '0' is simply increased when the motor is locked, and hence the lock of the motor can be judged from that the integrated value exceeds the predetermined value. Accordingly, the overheated damage to the transistors 20, 22 can be prevented by



the stop of the motor.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.01.2003

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision  
of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for  
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-215388

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所		
H02P 7/63	302		H02P 7/63	302	S	
	303			303	V	
H02H 7/085			H02H 7/085		E	
7/122			7/122		Z	
H02M 7/48		9181-5H	H02M 7/48		M	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁) 最終頁に続く						

(21) 出願番号 特願平8-12587

(22) 出願日 平成8年(1996)1月29日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 大西 謙一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

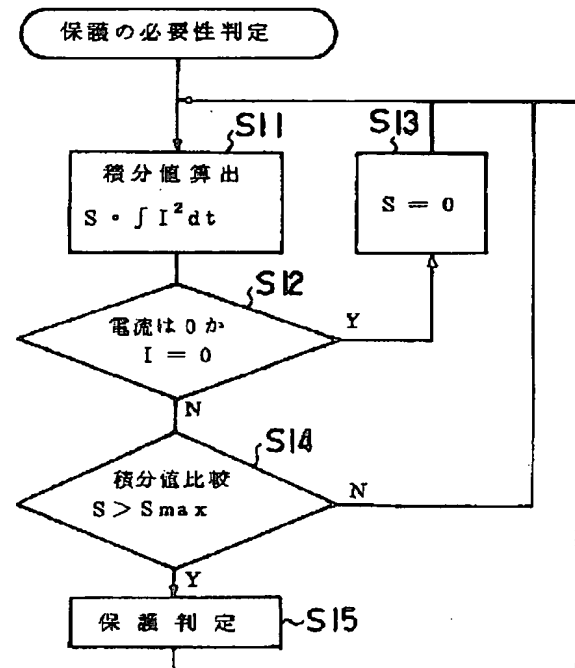
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 インバータ装置

(57) 【要約】

【課題】 インバータの過熱を効果的に検出する。

【解決手段】 各相のモータ駆動電流 I の二乗の積分値を検出する (S11)。この積分値を検出電流が0になる度にリセットする (S12, S13)。そして、積分値が所定値を超えたことで、モータのロックによる一定電流の継続通電を検出し、インバータの保護を行う (S14, S15)



処理フロー

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 直流を交流に変換して交流モータに供給するインバータ装置であって、交流モータに供給される交流電流の電流値を検出する電流検出手段と、検出電流値に基づいて、この所定時間当たりの積算値を検出する積算手段と、得られた積算値が所定のしきい値以上になったことで、電流の集中を判定する集中判定手段と、を有することを特徴とするインバータ装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の装置において、上記積算手段は、検出電流値の二乗を積分して、積算値を算出することを特徴とするインバータ装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載の装置において、上記積算手段における積算の所定時間は、検出電流値が 0 から次に 0 になるまでとし、検出電流が 0 の時に積算値をリセットすることを特徴とするインバータ装置。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 つに記載の装置において、上記交流モータは、複数相の交流電流をそれぞれ流す複数相のモータコイルを有し、上記電流検出手段、積算手段及び集中検出手段は、各相の電流値を別々に検出、積算し、電流集中を判定することを特徴とするインバータ装置。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 つに記載の装置において、さらに、温度検出手段を有し、検出温度に応じて、上記集中検出手段において電流集中と判定するしきい値を変更することを特徴とするインバータ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 本発明は、直流を交流に変換して交流モータに供給するインバータ装置、特に交流モータのコイルにおける電流の集中の検出に関する。

## 【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 従来より、電気自動車では、車載バッテリーからの直流電流をインバータで所定の交流電流に変換し、交流モータを駆動して、車両を走行させている。例えば、交流モータには、永久磁石モータが採用され、三相の交流電流により、ステータコイルに所定の回転磁界を形成させ、永久磁石のロータを回転させている。

【 0 0 0 3 】 そして、アクセル操作等に応じて、インバータ内のスイッチングトランジスタのスイッチングを制御し、モータへの供給電流を制御して、モータの出力トルクを制御している。

【 0 0 0 4 】 このようなシステムにおいて、モータがロックし回転が止まると、所定のトルクを発生すべく、ステータコイルに一定の電流が継続して流れる。一方、イ

ンバータのスイッチングトランジスタは、順次切り換えられてオンされることを前提としている。そこで、モータがロックされて、電流が流れ続けると、スイッチングトランジスタが過熱破損するおそれがある。

【 0 0 0 5 】 そこで、インバータの温度を検出し、インバータの過熱を検出したときに、電流の供給を停止することが考えられる。例えば、特開平 7 - 6 7 3 8 9 号公報では、インバータ放熱器上の温度スイッチによりインバータの過熱を検知し、モータを停止させることが示されている。

【 0 0 0 6 】 このような装置により、インバータの過熱を防止して、スイッチングトランジスタの過熱破損を防止することができる。

## 【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、電気自動車などでは、登り坂における発進時などの出力トルクはかなり大きい。そこで、モータがロックしていなくても、インバータはある程度過熱する。一方、スイッチングトランジスタは、その内部で発熱するため、放熱器の温度は、そのままスイッチングトランジスタの温度ではない。すなわち、モータのロックにより、スイッチングトランジスタに電流が継続して流れた場合における温度上昇は、かなり急激であり、図 7 に示すように、スイッチングトランジスタの温度と、側温部の温度の差がかなり大きくなる。

【 0 0 0 8 】 そこで、温度センサによって、過熱を検出したときには、既にスイッチングトランジスタが過熱破壊されてしまっているおそれもある。

【 0 0 0 9 】 本発明は、上記問題点を解決することを課題としてなされたものであり、インバータの過熱破損を効果的に防止できるインバータ装置を提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】 本発明は、直流を交流に変換して交流モータに供給するインバータ装置であって、交流モータに供給される交流電流の電流値を検出する電流検出手段と、検出電流値に基づいて、この所定時間当たりの積算値を検出する積算手段と、得られた積算値が所定のしきい値以上になったことで、電流の集中を判定する集中判定手段と、を有することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】 このように、本発明では、交流モータに流れる電流を積算する。そして、この積算値に基づいて、電流の集中を検出する。モータがロックした場合には、1 つのモータコイルに一定の電流が流れ続け、この電流を流しているインバータの素子（スイッチングトランジスタ）が過熱する。電流の積算によって、このような事態を正確に検出することができ、検出結果に応じて、モータへの駆動電流の供給停止などの手段を採ることができ、インバータのスイッチングトランジスタの破壊などを効果的に防止することができる。特に、このような積

10

20

30

40

50

算の演算は、通常の演算手段で高速に行える。そこで、時間遅れなしに、確実な発熱量の検出を行うことができる。

【0012】また、他の発明は、上記積算手段は、検出電流値の二乗を積分して、積算値を算出することを特徴とする。検出電流の二乗は、インバータのトランジスタ等の発熱に近い値になる。そこで、検出電流の二乗の値によって、トランジスタ等の過熱を確実に検出することができる。

【0013】さらに、他の発明は、上記積算手段における積算の所定時間は、検出電流値が0から次に0になるまでとし、検出電流が0の時に積算値をリセットすることを特徴とする。モータがロックした場合には、ロックしたロータの位置に応じて対応するモータコイルに電流が流れ続ける。そこで、このモータコイルへの電流値が0にならない。そこで、積算値が単調増加となり、積算値から電流の集中を効果的に検出できる。また、高負荷低回転時における過熱も効果的に検出できる。

【0014】また、他の発明は、上記交流モータは、複数相の交流電流をそれぞれ流す複数相のモータコイルを有し、上記電流検出手段、積算手段及び集中検出手段は、各相の電流値を別々に検出、積算し、電流集中を判定することを特徴とする。

【0015】上述のように、モータがロックした場合には、その時のロータ位置に応じて、特定のモータコイルに電流が流れる。各モータコイルにおける電流を検出することで、モータのロックを効果的に検出できる。

【0016】さらに、他の発明では、温度検出手段を有し、検出温度に応じて、上記集中検出手段において電流集中と判定するしきい値を変更することを特徴とする。

【0017】トランジスタ等が破壊されるのは、温度が所定以上となった場合であり、元々温度が高い場合には、その後の発熱が小さくても破壊する。例えば、高負荷低回転の駆動の後、モータがロックされた場合には、比較的短時間でトランジスタ等が過熱破壊する。そこで、温度に応じて、しきい値を変更することで、より正確なトランジスタ等の過熱を検出することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明に好適な実施の形態（以下、実施形態という）について、図面に基づいて説明する。

【0019】図1は、モータシステムの全体構成を示す回路図である。バッテリー10は、インバータ12を介し、モータ14に接続されている。インバータ12は、上側トランジスタ20と下側トランジスタ22の直列接続からなるアームを3本有し、所定のトランジスタ20、22を順次オンする。

【0020】なお、各トランジスタ20、22は、IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) で構成されており、それぞれのコレクタエミッタ間は、逆電流を

流すためのダイオード24で接続されている。

【0021】また、各トランジスタ20、22のゲートには、ゲート駆動回路30を介し、モータ制御回路32が接続されており、このモータ制御回路32がゲート駆動回路30を介し各トランジスタ20、22のゲート電圧を制御することによって、上述のトランジスタ20、22のスイッチングが達成される。なお、図示は省略したが、ゲート駆動回路の出力が各トランジスタ20、22のゲートに接続されており、各トランジスタ20、22のゲート電圧を個別に制御している。

【0022】そして、モータ制御回路32には、モータ14のロータの位置情報や、トルク指令などが供給され、モータ制御回路32はこれら情報に基づいて、トランジスタ20、22のスイッチングを制御し、モータ14の駆動を制御する。

【0023】また、本例では、3つの電流センサ36が、モータ14の各相のステータコイルに流れる電流をそれぞれ検出し、検出結果の信号をモータ制御回路32に供給している。さらに、温度センサ38が、インバータ12の放熱器に設けられ、インバータ12の温度を検出し、これをモータ制御回路32に供給している。

【0024】なお、インバータ12の電源・アース間には、平滑用コンデンサ40が接続されており、これによって、バッテリー10から供給される直流電圧の変動を抑制している。

【0025】このような装置において、モータ制御回路32は、トルク指令に応じて、各トランジスタ20、22のオンオフ指令信号を作成し、ゲート駆動回路30に供給する。そして、ゲート駆動回路30は、供給されるオンオフ指令信号に応じて、各トランジスタ20、22のゲート電圧を印加し、所定のトランジスタ20、22をオンする。これにより、図2に示すように、モータ14のステータコイルに互いに120°位相の異なる三相（U、V、Wの三相）の交流電流が順次供給され、この電流に基づく回転磁界によって、永久磁石のロータが回転する。

【0026】ここで、何らかの理由で、モータ14がロックされ、回転が停止すると、モータ制御回路32は、ロータを回転させるために、その時のロータ位置に対応して最大のトルクを発生させるために、ステータコイルに電流を流す。そして、ロータは回転しないため、その電流は一定の電流となり、各スイッチングトランジスタ20、22に流れる電流は一定になる。

【0027】例えば、1相のモータ電流（ステータコイルに対する供給電流）だけを考えて、通常時は、図3（A）に示すように、正弦波になっている。ところが、図4（A）に示すように、時刻t0でモータ14がロックすると、その時点から通電状態が固定され、その時のトルク指令に応じた一定の電流が流れる。このため、トランジスタ20、22に一定の電流が継続して流れ、通

電中のトランジスタ20、22において、電流に応じた発熱が生じ、そのトランジスタ20、22が過熱する。なお、図2に示すように、モータ14には三相の電流が流れている。そこで、図3、4に示したものが、U相であれば、時刻t0において、W相にも同じ電流が流れ、V相には極性が反対で、より大きな電流が流れた状態で電流がロックされる。

【0028】ここで、発熱量は、そこでの消費電力に応じたものになる。トランジスタ20、22は、飽和領域でスイッチングされており、オン時の抵抗は飽和抵抗で決定される。そこで、消費電力は、基本的に電流の二乗に比例する。トランジスタのコレクタ電流値と連続通電許容時間Tの関係を調べたところ、図5に破線で示すような関係があった。一方、連続通電許容時間Tを所定の定数(Const)をコレクタ電流値の二乗で除算して得た特性曲線を図5に実線で示す。このように、両者には、かなりよい相関が存在する。

【0029】そこで、本発明においては、モータ電流の二乗を測定する。通常時のモータ電流の二乗、すなわち図3(A)の曲線の二乗は、図3(B)のようになる。一方、モータロック時のモータ電流の二乗は、図4(B)のようになる。

【0030】そして、この図3(B)、図4(B)の電流の二乗 $I^2$ の積分(電流値が0になった時に、積分値をリセットする)は、図3(C)及び図4(C)に示すようになる。

【0031】このように、電流値が0でリセットすることを前提としたモータ電流の二乗( $I^2$ )の積分値は、モータがロックした際に単純増加になる。そこで、この積分値が所定値 $S_{...}$ を越えたことで、モータのロックを判定することができる。すなわち、通常の場合には、図3(C)に示すように、 $S_{...}$ を超えることはない。一方、モータがロックし定電流が流れた場合には、図4(C)に示すように、モータコイルに定電流が流れたこと、すなわち電流の集中を検出することができる。

【0032】次に、上述のようなモータロックによる電流集中の検出の処理(素子保護の必要性の判定)について、図6に基づいて説明する。なお、この処理は、モータ制御回路32において行われる。まず、各相のモータ電流の積分値(積算値)をそれぞれ算出する(S11)。この処理の場合には、検出した電流値Iの二乗に1回の処理に要する時間 $\Delta t$ を乗算することによって、積分値Sを算出する。

【0033】次に、検出した電流値が0か( $I=0?$ )を判定する(S12)。そして、検出した電流値 $I=0$ であれば、そこまでの積分値Sを $S=0$ として、クリアし(S13)、S11に戻る。一方、S12において、 $I=0$ であれば、積分値Sがしきい値 $S_{...}$ を超えていないかを判定する(S14)。

【0034】S14において、 $S_{...}$ を超えていなかった

た場合には、問題がないため、S11に戻る。一方、S14において、 $S_{...}$ を超えていた場合には、いずれかのトランジスタ20、22に過電流が流れている。そこで、保護が必要であると判定する(S15)。

【0035】ここで、実際の保護は、第1の方法として、トランジスタ20、22をすべてオフとして、モータ14の駆動を停止する方法がある。モータがロックした場合、このモータの停止により、トランジスタ20、22の過熱破損を防止できる。なお、このような処理は、各相の電流センサ36の検出値すべてに対し、併行して行うが、最も電流が大きいものについてのみ行ってもよい。

【0036】一方、登り坂における低速走行時、縁石に対する乗り上げ時など、高出力トルクで回転が非常に遅い場合にも、トランジスタ20、22に大電流が比較的長時間継続して流れる。このため、この場合にも何らかの保護処置が必要となる。

【0037】そこで、このような場合には、トランジスタ20、22のPWM制御の周波数を下げることが好適である。すなわち、トルク指令に応じたモータ駆動電流量の制御には、通常PWM(パルス幅変調)制御が利用される。すなわち、トランジスタ20、22のデューティ比(オン時間の比率)を制御して、電流量を制御している。例えば、図2のようなモータ駆動電流の制御もデューティ比の変更によって行い、最大のデューティ比の設定によって、トルクを変更している。そして、通常の場合、パルスの周波数は、一定(例えば、10kHz)にしている。

【0038】本例によれば、このパルスの周波数を下げることによって、トランジスタ20、22を保護する。これは、トランジスタ20、22は、そのオンオフ時には、その抵抗が飽和抵抗から無限大の抵抗に移行する。従って、その過渡期において、トランジスタ20、22における電圧降下が大きくなり、発熱(エネルギー損失)が大きくなる。周波数を下げることによって、オンオフの頻度が少なくなり、トランジスタ20、22の発熱が少なくなり、トランジスタ20、22の保護が行える。

【0039】そこで、上述のフローチャートにおけるS14において、 $S_{...}$ を2段階設け、最初の段階では、PWMのパルスの周波数を下げる保護処理を行い、この状態において、さらに積分値が上昇した場合に、モータの駆動を停止するのが好適である。

【0040】さらに、本実施例では、温度センサ38を有しており、インバータ12の温度を検出する。例えば、この温度センサ38は、インバータの放熱器の温度を検出する。検出した温度は、トランジスタ20、22の温度をある程度表している。そこで、上述のS14における $S_{...}$ を温度センサ38の検出温度に応じて変更することが好適である。

【0041】すなわち、温度が高い場合には、積算値が比較的小さくても、トランジスタ20、22が過熱状態に陥りやすくなる。このため、検出した温度が高いほど $S_{th}$ を小さく変更することで、よりトランジスタ20、22の実際の温度に近い保護の必要性の判定が行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施形態の全体構成を示す図である。

【図2】 通常時の各相のモータ電流の波形図である。

【図3】 通常時のモータ電流などの波形図である。

【図4】 モータロック発生時のモータ電流などの波形

図である。

【図5】 トランジスタの連続通電許容時間を示す特性図である。

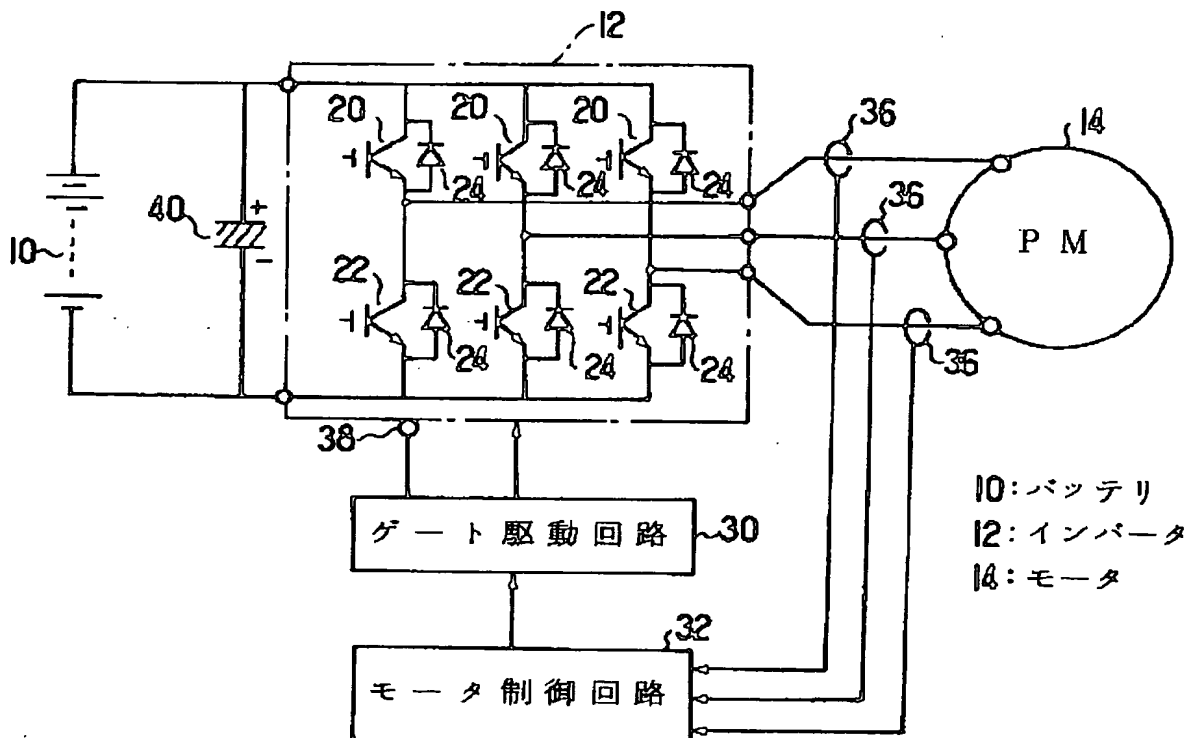
【図6】 保護の必要性判定の処理を示すフローチャートである。

【図7】 素子の温度と、検出温度の関係を示す図である。

【符号の説明】

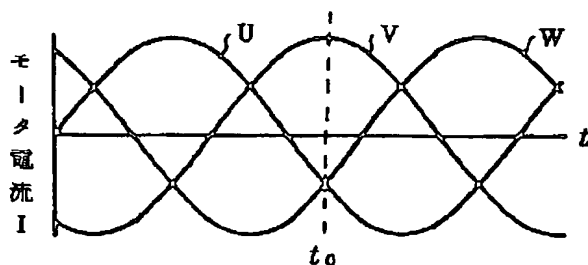
10 バッテリ、12 インバータ、14 モータ、20、22 トランジスタ、30 ゲート駆動回路、32 モータ制御回路、38 温度センサ。

【図1】



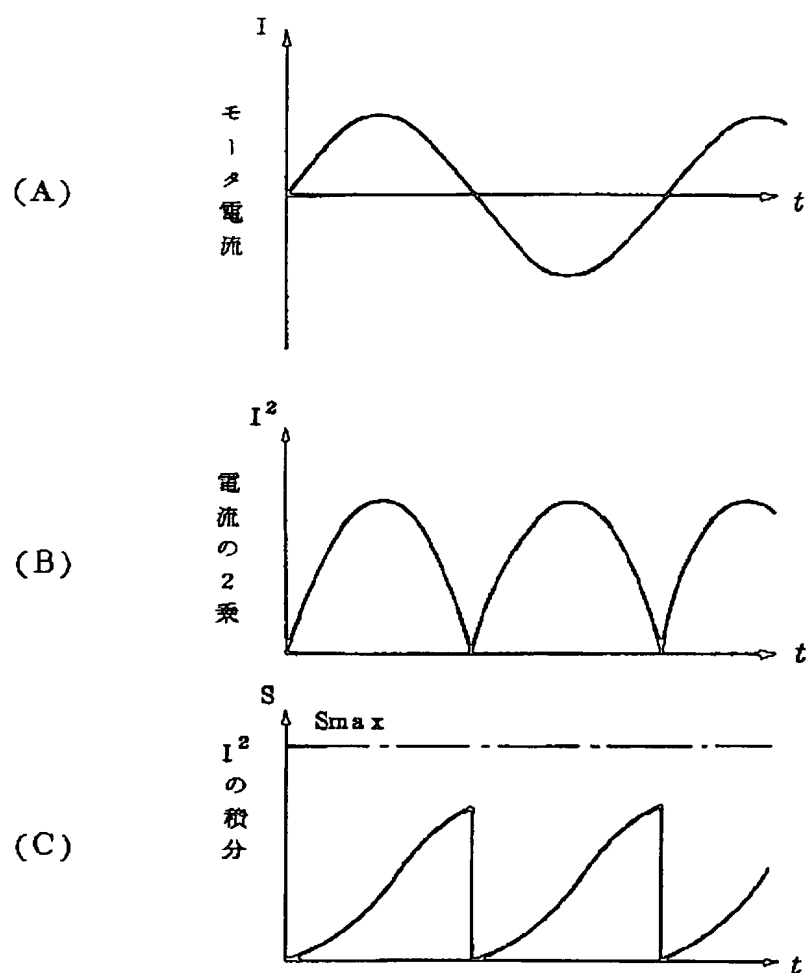
全体構成

【図2】



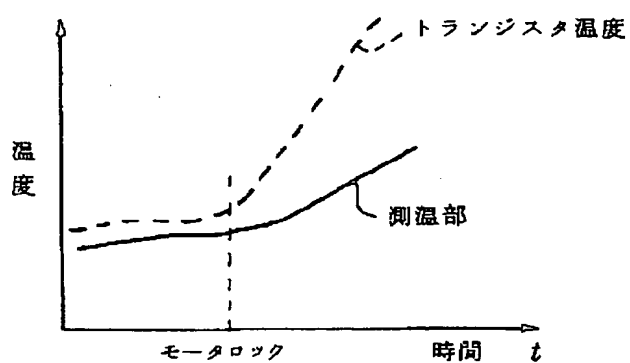
各相の波形

【図 3】



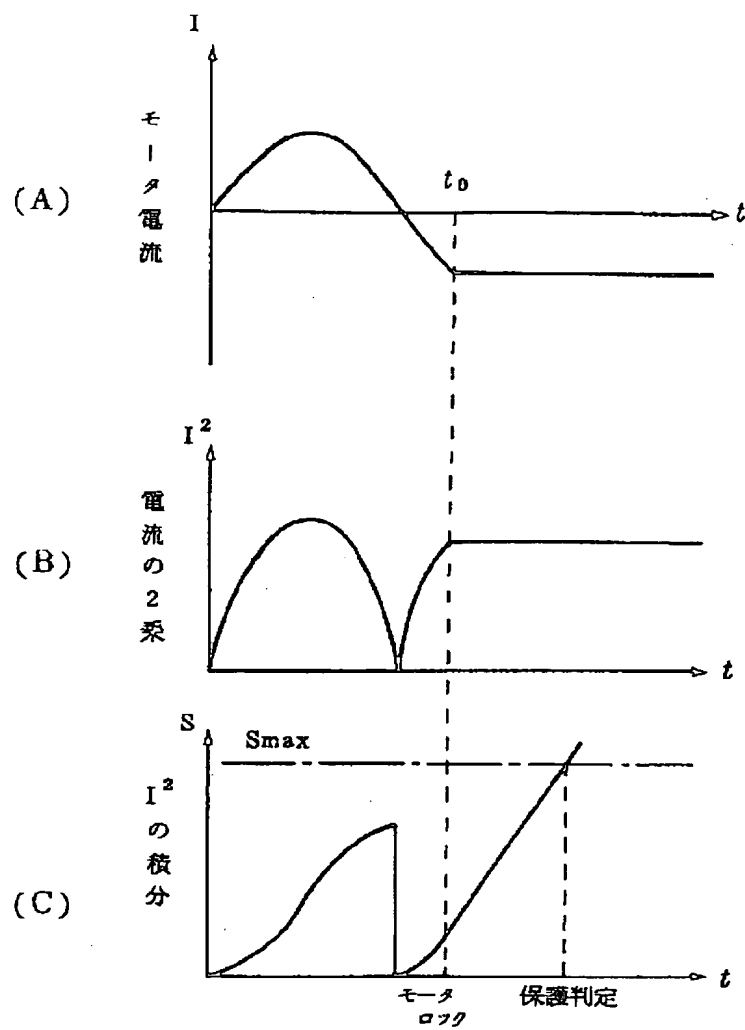
通常時の波形

【図 7】



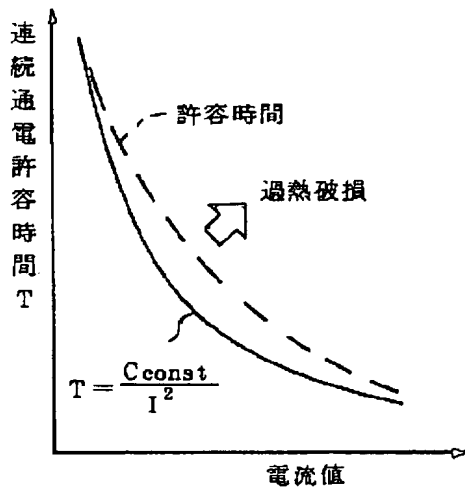


【図 4】

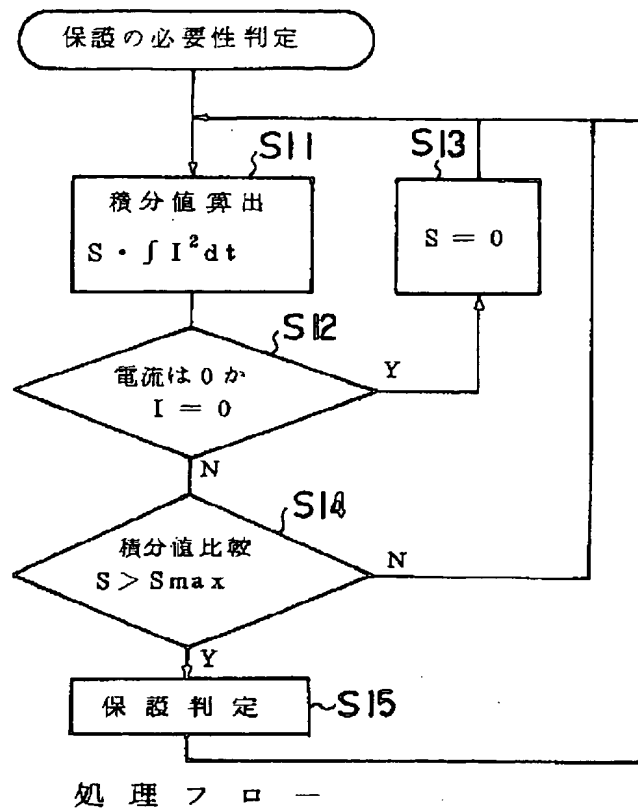


モータロック時の波形

【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
// B 6 0 L 3/06

識別記号 庁内整理番号

F I  
B 6 0 L 3/06

技術表示箇所

C